

23 98P4460P



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 14 223 A 1

51 Int. Cl.⁶:
A 01 D 91/00
A 01 B 69/00
A 01 C 21/00
A 01 C 7/00
G 05 B 15/02
H 04 B 7/26
A 01 B 79/00
A 01 B 79/02

21 Aktenzeichen: 195 14 223.3
22 Anmeldetag: 15. 4. 95
43 Offenlegungstag: 17. 10. 96

DE 195 14 223 A 1

71 Anmelder:
Claas KGaA, 33428 Harsewinkel, DE

72 Erfinder:
Weigelt, Horst, Dr., 33332 Gütersloh, DE;
Wippersteg, Heinz-Hermann, 32257 Bünde, DE;
Böttinger, Stefan, Dr., 33647 Bielefeld, DE; Steckel,
Thilo, 56281 Emmeshausen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 44 23 083 A1
DE 43 42 171 A1
DE 35 23 775 A1
DE 27 35 258 A1
DE-OS 19 66 794
US 51 79 373
US 42 53 149
EP 05 55 992 A1
WO 94 15 413 A1

WO 94 10 774 A1
WO 93 07 684 A1
FRÖHLING, D., u.a.:
Prozeßdaten-Informationssystem mit verteilten
Intelligenzen. In: Elektronik, 20/3.10.1986, S.121-126;
HOHMANN, H.: Wirtschaftliche
Prozeßdatenerfassung mit Feldbus-System. In: rtp
Regelungstechnische Praxis 26.Jg. 1984, H.6,
S.257-263;

54 Verfahren zur Einsatzoptimierung von Landmaschinen

57 Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Verfahren zur
Einsatzoptimierung von Landmaschinen. Ein Leitreechner, der
telemetrisch Daten mit Bordrechnern von landwirtschaftli-
chen Maschinen und Geräten austauscht, optimiert die
internen Optimierungskreisläufe der einzelnen Bordrechner,
indem er den Bordrechnern Daten übermittelt, die er aus der
Gesamtschau der Betriebsdaten der angeschlossenen land-
wirtschaftlichen Maschinen und Geräte ermittelt hat. Durch
eine besondere Kategorisierung der Daten und eine vorteil-
hafte Auswahl der Speicherorte der anfallenden Daten wird
eine Überlastung der verfügbaren Datenübertragungskapazi-
täten sowie eine zu große Dimensionierung der vorgehalte-
nen Speicherkapazität vermieden.

DE 195 14 223 A 1

Landmaschinen übertragen ihre GPS-Logdaten an einen
Zentralrechner zur Einsatzoptimierung
Vor 17. 4. 00

Über das Jahr verteilt müssen in der Landwirtschaft die verschiedensten Geräte und Maschinen eingesetzt werden, um die jahreszeitlich bedingten Bearbeitungsaufgaben erledigen zu können. Neben der Bodenbearbeitung und Ausbringung der Saat sind ferner Düng- und Pflegearbeiten sowie Ernte- und Transportarbeiten zu erledigen. Außerdem sind Bonituren der Ackerflächen durchzuführen sowie wichtige Beobachtungen bei Feldarbeiten festzuhalten und abzuarbeiten (Steinbesatz, Verunkrautung, Staunässe, etc.). In den vergangenen Jahrzehnten sind die technischen Konzepte für diese Geräte und Maschinen so weit ausgereift, daß eine Funktionsverbesserung nur noch mit exponentiell steigendem Aufwand bei immer geringer werdendem zusätzlichen Nutzen erreicht werden kann.

Neben den mechanischen Verbesserungen in den Geräten und Maschinen hat in den vergangenen Jahren insbesondere die Optimierung durch den Einsatz von Elektronik in den Maschinen und Geräten eine immer größere Rolle gespielt. Einen guten Überblick über den dabei erreichten Stand der Technik erlaubt das Buch von Hermann Auernhammer, Elektronik in Traktoren und Maschinen, BLV Verlagsgesellschaft, München 1989, in dem die Einsatzgebiete der Elektronik, die Funktionen sowie die Entwicklungstendenzen beschrieben werden. So ist es bekannt, landwirtschaftliche Maschinen und Geräte mit Sensoren, Prozessoren und Faktoren auszustatten, die Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsaufgaben übernehmen. Die Elektronik ist dazu in der Lage, Betriebszustände zu erkennen, diese Betriebszustände auszuwerten und die Maschineneinstellung anhand vorgegebener Kennlinien auf die jeweils ermittelten Einsatzbedingungen hin zu optimieren. Neben der automatisierten Optimierung der Einzelmaschine ist die Elektronik auch dazu in der Lage, Abweichungen der Betriebszustände von vorgegebenen Sollzuständen zu diagnostizieren, Vorschläge für die Maschinenbedienung zu machen und Daten zu sammeln, die in späteren Arbeitsschritten durch andere Maschinen genutzt werden können. Auf Seite 74 seines Buches schlägt Auernhammer vor, die maschinengestützt ermittelten Daten als Basiswerte für die Betriebsführung weiter zu nutzen. Dazu müssen sie in die dafür benötigte Form gebracht und der Betriebsführung zugeführt werden. Die von den — wie Auernhammer vorschlägt — Traktoren ermittelten Daten sollen dabei in den an sich bekannten Schlagkarteien weiter verarbeitet werden. Als Kommunikationsmittel zwischen dem Betriebsrechner und den Einzelmaschinen beschreibt Auernhammer dabei den Datentransfer auf den Seiten 99 bis 102 mittels einer fest installierten Leitung, mittels einer sogenannten RAM-Box oder mittels einer Chipkarte.

Eingangs des 7. Kapitels weist Auernhammer darauf hin, daß die von der Elektronik ermittelte Information nicht isoliert betrachtet werden darf, sondern im Verbund gesehen werden muß und der Informationsfluß das oberste Ziel sein muß. Auernhammer fordert, die Elektronik in einem Gesamtsystem zu betrachten. Auernhammer entwickelt eine hierarchische Einordnung des Elektronikeinsatzes in der Landwirtschaft, bei der auf der untersten Ebene die Prozeßsteuerung, auf der mittleren die Betriebsführung und auf der obersten Ebene die überbetriebliche Einbindung des Betriebes in ein Rechenzentrum steht. Als Voraussetzung für eine problemlose Kommunikation zwischen der aufgezeigten

Ebenen erwähnt Auernhammer auf Seite 166 1. landwirtschaftlich geeignete, zuverlässige physikalische Verbindungen (Leitungen), 2. einheitliche Datenformate und 3. definierte Dateninhalte.

Die Patentanmeldung DE 43 22 293 beschreibt ein Verfahren zum elektronischen managen von landwirtschaftlichen Maschinen bei dem zwischen den Maschinen und einer Rechnerstation telemetrisch Daten ausgetauscht werden. Beispielhaft wird in dieser Anmeldung angeführt, daß bei Bestellarbeiten aufgrund neuer, aktueller Daten von einer stationären Rechnerstation und/oder einem Prozeßrechner einer Erntemaschine aus dem Prozeßrechner auf der Bestellmaschine diese neuen Daten übermittelt werden und so von außen über telemetrischen Datenaustausch in den Bestellvorgang eingegriffen wird.

Um eine aussagefähige Datenbasis für die Steuerung einer Mehrzahl von landwirtschaftlichen Maschinen durch eine Rechnerstation zu erhalten, ist es erforderlich, eine möglichst große Vielzahl von Daten zu sammeln und aufzuarbeiten. Da jedoch die Speicher- und Datenübertragungskapazitäten teuer bzw. begrenzt sind, entsteht bei unstrukturierter Datensammlung und -übertragung das Problem, das nicht genügend Speicherplatz oder Übertragungskapazität zur Verfügung steht und deshalb entweder mit großem Aufwand die Kapazität erweitert oder die telemetrisch zu übertragende Datenmenge verringert werden muß, was mit einer Funktionsverschlechterung des Gesamtsystems einhergeht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum telemetrischen Datenaustausch von Landmaschinen zu finden, bei dem die Speicherung und telemetrische Übertragung von Daten so optimiert ist, daß die Sammlung einer genügend aussagekräftigen Datenmenge mit möglichst geringer Belastung der Speicher- und Datenübertragungskapazitäten möglich ist und der Datenaustausch dazu genutzt wird, die Gesamtheit der mit dem Leitrechner im Datenaustausch stehenden landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte zu optimieren.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch eine besondere Organisation des Datenflusses sowie einer besonders vorteilhaften Lokalisierung der abgespeicherten Daten. Zentrales Element für die Optimierung des Einsatzes einer Mehrzahl von Maschinen ist der Leitrechner. In diesem Leitrechner werden die aktuellen Positionen der zu optimierenden Maschinen und Geräte dargestellt, die aktuellen Betriebszustände werden gespeichert, der Verbrauch bzw. Bedarf an Hilfs- und Betriebsstoffen (z. B. Kraftstoff, auszubringendes Saatgut, Dünger oder sonstigen Chemikalien) wird übermittelt und der voraussichtliche Zeitpunkt sowie die voraussichtliche Menge von Ersatzmaterialien sowie gegebenenfalls erforderlich werdende Wartungsarbeiten werden angemeldet. Diese von den Maschinen und Geräten eingehenden Daten werden vom Leitrechner in einer Weise abgelegt, die eine kontinuierliche Verarbeitung dieser Daten ermöglicht. Die von den Maschinen eingehenden Daten werden mit den jeweils vorliegenden Auftragsdaten, Schlagkarteien und logistischen Möglichkeiten abgeglichen, daraus evtl. erforderliche Anpassungen der Betriebsparameter der einzelnen Maschinen oder Geräte ermittelt und diese Stellbefehle an die davon betroffenen Maschinen oder Geräte weitergeleitet.

Zusätzlich können für den Leitrechner verfügbare externe Daten in die Ermittlung optimierter Betriebsparameter einbezogen werden. Als externe Einflußgrößen

kommen beispielsweise regionale Wetterprognosen, Ersatzteil- und Wartungsinformationen eines Landmaschinenhändlers, chemische Boden- oder Grundwasseranalysen oder Düngepläne bzw. bereitgestellte Ausbringungsmengen für Klärschlamm, Gülle, Kompost und anderes in Betracht. Die externen Daten können vom Leitreechner über bekannte Telekommunikationsmittel abgefragt und in den vom Leitreechner durchgeführten Rechenvorgang zur Optimierung der Betriebsparameter des Gesamtmaschinensystems integriert werden.

Außerdem können die im Leitreechner verfügbare Daten von externen Host-Rechnern oder Datenbanken abgefragt, aufgearbeitet und für dort verfügbare Informationssysteme genutzt werden, die wiederum vom Leitreechner zur Optimierung des von ihm gesteuerten Erntemaschinensystems einsetzbar sind.

Die im Bord- oder Leitreechner anfallenden Daten müssen zunächst kategorisiert werden. Als erstes Kategorisierungskriterium wird vorgeschlagen, die Daten danach zu unterscheiden, ob sie telemetrisch an einen anderen Rechner übermittelt werden müssen oder nicht. Diejenigen Daten, die nicht übermittelt werden müssen, werden in dem Rechner, in dem sie anfallen, weiterverarbeitet. Diejenigen Daten jedoch, die telemetrisch an einen anderen Rechner zu übermitteln sind, müssen zusätzlich nach Übertragungsdringlichkeit sortiert und jeweils die am dringendsten benötigten Daten müssen zuerst telemetrisch übermittelt werden. Dadurch wird sichergestellt, daß die Übertragungskapazitäten vorrangig mit wichtigen Daten ausgelastet werden.

Zusätzlich zur Kategorie der Übertragungsbedürftigkeit von Daten müssen die Daten nach Speicherort kategorisiert werden. Neben denjenigen Daten, die aufgrund ihrer Bedeutung und Verwertbarkeit sofort an den Leitreechner übermittelt und dort abgelegt werden, existieren in den jeweiligen einzelnen Maschinen noch Datenmengen, die entweder nur zur Optimierung der Einzelmachine erforderlich sind oder die zwischengespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt an den Leitreechner telemetrisch über Speichermedien wie Disketten oder Steckverbindung übertragen werden können.

Bei der Kategorisierung des Speicherortes ist eine optimale Verfügbarkeit der jeweiligen Daten bei möglichst geringer Belastung der Übertragungs- und Speicherkapazitäten anzustreben. So kann es je nach Art der Daten sinnvoll sein, diese auf den Maschinen und Geräten, auf dem Leitreechner oder auf externen Datenbanken bereitzuhalten. Grundsätzlich gilt dabei die folgende Regel zur Datenlokalisierung: soweit Daten nur zur internen Regelung einer Einzelmachine oder eines Einzelgerätes benötigt werden, ohne daß diese Daten Einfluß haben auf die Optimierung eines Gesamtmaschinensystems, sollten diese auch nur auf der jeweiligen Maschine oder dem Gerät vorgehalten werden. Sobald die Daten jedoch einen Einfluß haben auf das Gesamtmaschinensystem, sollten diese Daten an den Leitreechner übertragen werden. Sobald die im Leitreechner vorhandenen Daten extern genutzt oder benötigt werden, sollten die entsprechenden Daten für externe Rechner zur Verfügung stehen. Abweichend von diesem Grundsatz wird eine Flexibilisierung der Datenlokalisierung in der Weise vorgeschlagen, daß bei einer höheren Abfragehäufigkeit von einem anderen Rechner als demjenigen, auf dem die jeweils vermehrt abgefragten Daten gespeichert sind, der Datensatz nunmehr in Abweichung von der grundsätzlichen Regel auf den häufig abfragenden Rechner übertragen wird, um eine Entla-

stung der Kommunikationsstrecken zu erreichen. Diese Verlagerung der Datenlokalisierung kann von der Software selbständig oder per Befehl des Operators vorgenommen werden.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung arbeitet der Bordrechner einer an das Gesamtsystem angeschlossenen Landmaschine mit einem CAN-Bussystem. Das Bussystem erlaubt eine kostengünstige Integration des Bordrechners in die Maschinenelektronik sowie eine standardisierte und zuverlässige Kommunikation mit allen an das CAN-Bussystem angeschlossenen Komponenten, Sensoren und Aktoren. Ein solches in eine Landmaschine integriertes CAN-Bussystem ist beispielhaft in der deutschen Patentanmeldung P 4431 824.3 beschrieben. Zur Realisierung der telemetrischen Datenübermittlung wird vorgeschlagen, das Funkmodul nicht direkt an den Bordrechner anzugliedern, sondern als eigenes Modul mit separatem Zugang zum CAN-Bussystem anzuordnen. Eine solche Anordnung erlaubt eine bidirektionale Kommunikation des CAN-Bussystems mit dem Leitreechner unabhängig vom Bordrechner sowie einen externen Zugriff auf das CAN-Bussystem. Zudem ist das Funkmodul bei dieser Anordnung leicht nachrüstbar ohne Redesign des Bordrechners.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung dient die folgende Beschreibung sowie die beigelegten Zeichnungen. Es zeigt:

Fig. 1 ein erfindungsgemäß vernetztes Optimierungssystem,

Fig. 2 ein Beispiel eines CAN-Bussystems, in das das Funkmodul mit separatem Zugang eingefügt ist.

In Fig. 1 sind die landwirtschaftlichen Maschinen (2) bis (7) über eine telemetrische Datenverbindung in ständigem Datenaustausch mit dem Leitreechner (1). Bei den Maschinen (2) bis (7) kann es sich um die verschiedensten Landmaschinen handeln. Beispielhaft seien genannt Ackerschlepper mit angebauten Arbeitsgeräten wie beispielsweise Pflügen, Sämaschinen, Spritzen, Tankwagen für das Ausbringen von Gülle, Klärschlamm etc., Kompostausbringer, Mähwerken, Wendern, Schwadern, Pressen, Ladewagen, Transportanhängern, oder selbstfahrenden Arbeitsmaschinen wie Mähdrescher, Feldhäcksler und Rübenroder oder Transportfahrzeuge jeder Art. Diese Maschinen können in beliebiger Vielzahl und beliebiger Kombination mit dem Leitreechner (1) im Datenaustausch stehen.

Jede einzelne Maschine ist für sich mit einem Bordrechner (8) ausgestattet, die den Optimierungsprozeß innerhalb der einzelnen Maschine regelt. Der interne Optimierungsprozeß ist beispielhaft in Maschine (3) aufgezeigt. Der Bordrechner (8) empfängt Daten von einer Vielzahl von Sensoren (9), die er auswertet. Zusätzlich zu den Sensordaten verarbeitet der Bordrechner (8) auch Positionsdaten, die beispielsweise ein GPS-Empfänger ermittelt. Die aus den ermittelten Daten resultierenden Betriebszustände der Einzelkomponenten der Maschine (3) werden im Bedienpult (10) dem Maschinenführer angezeigt. Parallel zu den Daten von den Sensoren (9) bekommt der Bordrechner (8) die Daten von Stellbefehlen (11) des Maschinenführers übermittelt. Beide Datenströme werden von Bordrechner (8) mit vorgegebenen Kennlinien verglichen, die jeweils das Betriebsoptimum der Einzelmachine unter Beachtung der jeweiligen Datenvorgaben darstellen. Ergeben sich Abweichungen der übermittelten Daten von den vorgegebenen Kennlinien, emittiert der Bordrechner Stellsignale an einzelne oder mehrere Aktoren (12).

Durch dieses Vorgehen ist sichergestellt, daß sich je-

de einzelne Maschine für sich auf der intern zur Verfügung stehenden Datenbasis in einem Betriebsoptimum befindet. In die Optimierungsregelkreise können die vom GPS-Empfänger ermittelten Positionsdaten einbezogen werden, indem die ermittelten Positionsdaten mit anderen, im Bordrechner (8) vorhandenen positionsbezogenen Daten verglichen und ausgewertet werden.

Zusätzlich zu den vorbeschriebenen internen Regelkreisen steht der Bordrechner (8) einer Maschine über den telemetrischen Datenaustausch mit dem Leitreechner (1) im Datenaustausch. Der Leitreechner (1) bekommt Daten (13) von den Maschinen (2) bis (7) telemetrisch übermittelt. Aus den übermittelten Daten und zusätzlich im Leitreechner (1) verfügbaren Daten erstellt der Leitreechner (1) ein Einsatzbild der Maschinen (2) bis (7). Aus dem Einsatzbild kann der Leitreechner (1) anhand vorgegebener Kennlinien erkennen, in welcher Weise der Betrieb einer Einzelmaschine (2) bis (7) optimiert werden kann.

Beispielsweise könnte der Leitreechner (1) aus den verfügbaren Daten ein positionsdeterminiertes Düngerausbringungsprofil errechnen, das in Abhängigkeit von beispielsweise Bodenart, Hangneigung, Feuchtigkeit und angebauter Kultur ein ökonomisch und ökologisch bedarfsgerechtes Optimum darstellt. Dieses Profil kann der Leitreechner (1) der Düngemaschine telemetrisch übermitteln, und der Bordrechner (8) der Maschine kann anhand des vorgegebenen Düngerausbringungsprofils erkennen, ob die aktuell ausgebrachte Menge an Düngemittel zu hoch oder zu niedrig ist und gegebenenfalls entsprechend in die maschineninternen Regelkreisläufe eingreifen. Anhand der vom Bordrechner (8) fortlaufend ermittelten, in eine Schlagkarte eingetragenen Menge des ausgebrachten Düngers kann der Leitreechner (1) bei Überspielung und Verarbeitung der Ist-Düngewerte erkennen, wann ein Transportfahrzeug mit der Nachlieferung von Düngemittel beauftragt werden muß, um eine kontinuierliche Arbeit der Düngemaschine sicherzustellen. Stellt der Leitreechner (1) fest, daß der Düngervorrat des Ausbringungsfahrzeugs bei gleichbleibender Arbeitsgeschwindigkeit schneller erschöpft sein wird als die nachzuliefernde Düngermenge verfügbar ist, so kann der Leitreechner (1) das Ausbringungsfahrzeug anweisen, zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs die Fahr- und Ausbringungsgeschwindigkeit zu verringern, den Einsatz abubrechen und einen anderen Auftrag zu bearbeiten oder bei einer nur kleinen Fehlmenge die Ausbringungsmenge durch ein neues Ausbringungsprofil so zu verringern, daß keine Nachlieferung von Dünger erforderlich ist. Die Anweisung, was zu tun ist, kann der Leitreechner (1) wahlweise entweder dem Maschinenführer des Düngerstreuers oder dem Bediener des Leitrechners als Vorschlag übermitteln oder der Leitreechner entscheidet selbst, wie zu verfahren ist.

Während des Betriebs eines Mähdreschers kann der Leitreechner (1) erkennen, welche Transportkapazität zum Abtanken der geborgenen Getreidemenge bereitgestellt werden muß. Anhand der Betriebsdaten der Transportfahrzeuge kann der Leitreechner (1) ermitteln, wann frühestens die erforderliche Transportkapazität verfügbar ist. Der Leitreechner (1) kann entsprechende Fahraufträge wahlweise automatisch oder auf Befehl des Bedieners des Leitrechners (1) an die Fahrer der Transporteinheiten übermitteln. Je nach Verfügbarkeit der Transportkapazität kann der Leitreechner (1) den Bordrechner (8) des Mähdreschers oder den Maschinenführer des Mähdreschers anweisen, durch Verringerung der Vorfahrtgeschwindigkeit die Körnerverluste und

den Kraftstoffverbrauch zu verringern. Anhand der vom Mähdrescher durch einen Sensor (9) ermittelten Gutfeuchte kann der Leitreechner (1) den voraussichtlichen Trocknungsaufwand für das Getreide schätzen und mit der Trocknungskapazität abgleichen. Ist die Trocknerkapazität erschöpft, kann der Leitreechner (1) dem Mähdrescher vorschlagen, die Arbeit im nassen Getreide abubrechen und auf trockeneren Flächen weiterzuarbeiten.

Die kontinuierliche Datenübermittlung von den landwirtschaftlichen Maschinen (2) bis (7) zum Leitreechner (1) erlaubt es zudem, die vorgenommenen Arbeiten und Erträge positionsgenau in einer Schlagkarte abzulegen. In der Schlagkarte sind geographische und ackerbauliche Daten der jeweiligen Ackerflächen positionsgenau in einem Koordinatenraster abgespeichert. So können anhand von Sensoren in Erntemaschinen Ertragsmengen, Boden- und Getreidefeuchte, Verunkrautung, Steinbesatz etc. ermittelt und im Leitreechner (1) mit vorhandenen Daten in Relation gesetzt werden. Durch den Abgleich der aktuell ermittelten Daten mit vorhandenen Daten ist es möglich, sofort Beziehungen z. B. zwischen Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Bewässerung und den Erträgen herzustellen, bei unwahrscheinlichen Neu-Daten die Sensorik zu überprüfen und gegebenenfalls die Neu-Daten sofort als falsch zu erkennen. Anhand der Übermittlung von Positionsdaten ist es möglich, die Fahrspuren durch den Leitreechner (1) so vorzuzählen, daß ein mehrfaches Überfahren der gleichen Bodenflächen während einer Wachstumsperiode zwecks Vermeidung einer zu hohen Bodenverdichtung möglichst ausgeschlossen wird.

Weiterhin ist vorstellbar, daß Unregelmäßigkeiten während des Betriebs einer Landmaschine von der Maschine an den Leitreechner (1) gemeldet werden. Als Unregelmäßigkeiten kommen beispielsweise Störungen im Antrieb (Betriebstemperaturüberschreitung von Öl, Kühlwasser), Betriebsstoffverluste durch Undichtigkeiten, nicht plausible Meldungen von Sensoren oder Fehlfunktionen von Akten in Betracht. Der Leitreechner kann die Unregelmäßigkeiten analysieren und je nach Ergebnis der Analyse die Betriebsvorgaben oder Einsatzplanung der Maschinen (2) bis (7) ändern. Gleichzeitig kann der Leitreechner (1) die Kapazitätsplanung der Werkstatt beeinflussen und erforderliche Reparaturen oder Wartungsarbeiten an den Maschinen (2) bis (7) anweisen.

Für alle anderen landwirtschaftlichen Maschinen, die an einen Leitreechner (1) angeschlossen werden, sind gleiche oder ähnliche Verbesserungen des Betriebs der Maschinen durch einen Datenaustausch mit dem Leitreechner (1) vorstellbar. Um aber die auszutauschenden Datenmengen nicht zu groß werden zu lassen, muß ein System gefunden werden, anhand dessen die auszutauschenden Daten klassifiziert und je nach Klassifikation an unterschiedlichen Orten abgespeichert und/oder weiterverarbeitet und aufbereitet werden.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die von Bordrechner (8) erhaltenen Daten zunächst einer Auswertung im Bordrechner (8) zuzuführen. Zunächst werden die gesammelten Daten danach bewertet, ob sie an einen anderen Rechner übertragen werden müssen oder nicht. Soweit die gewonnenen Auswertedaten nur für die maschineninterne Optimierung brauchbar und durch Weitergabe eines Stellbefehls an einen Aktor (12) ausgeschöpft werden, erfolgt keine Weitergabe dieser Daten an den Leitreechner (1). Soweit der Leitreechner (1) die im Bordrechner (8) vorhandenen Daten jedoch be-

nötigt, um ein Lagebild erstellen zu können, leitet der Bordrechner (8) diese Daten an den Leitreehner (1) weiter. Beispielhaft kommen dafür Daten über die bearbeitete Fläche, die aktuelle Position, geborgene Erntegutmengen, Sensordaten über den Zustand des Ernteguts, verbrauchte oder noch vorhandene Verbrauchs- und Betriebsstoffe in Betracht. Die Daten werden jedoch nicht in der Reihenfolge des Anfalls oder in sonstiger Reihenfolge, sondern nach Dringlichkeit gestaffelt übermittelt. Dadurch wird vermieden, daß die Übertragungsfrequenzen mit weniger wichtigen Daten verstopft werden könnten. Um den Datenstrom weiter zu verringern, wird vorgeschlagen, anstelle längerer Datensätze nur einen kurzen Hinweis auf das Vorliegen bestimmter Datenkategorien zu übermitteln, so daß der Leitreehner (1) selbst auswählen kann, welche Datensätze er anfordert. So können beispielsweise Störungen durch ein allgemeines Warnsignal, auf das der Leitreehner (1) dann zurückfragt, gemeldet werden. Die an den Leitreehner (1) gemeldeten Daten brauchen in den Maschinen (2) bis (7) nicht mehr vorgehalten zu werden, der Bordrechner (8) kann diese Daten im Arbeitsspeicher löschen.

Der Leitreehner (1) verarbeitet die übermittelten Daten zu einem Lagebild. Das Lagebild zeigt die aktuell von der jeweiligen Maschine bearbeitete Aufgabe, den Erledigungsfortschritt sowie die nachfolgende Einsatzplanung auf. Das Lagebild wird durch die jeweils von den Maschinen (2) bis (7) eingehenden Daten aktualisiert. Neben der Lagebilderstellung bearbeitet der Leitreehner (1) auch die Ablage übermittelter Daten in Schlagkarten, die eine positionsgenaue Signatur der jeweils vorgenommenen Bearbeitung einschließlich zugehöriger Bearbeitungsdaten (z. B. Ausbringe-, Erntemenge, sonstige Sensordaten) erlaubt, sowie die weitergehende Bearbeitung der eingehenden Daten für Analysen, Abrechnungen, Plausibilitätschecks etc. Soweit die für die Lagebilderstellung erforderlichen Daten im Lagebild verarbeitet sind, können diese vom Leitreehner (1) gelöscht werden. Die übrigen eingehenden Daten werden in den jeweils zur Verfügung stehenden Dateien abgelegt, soweit sie für spätere Bearbeitungen zur Verfügung stehen müssen. Durch die zentrale Datenablage im Leitreehner (1) wird es ermöglicht, ohne zusätzliche Belastung der Funkstrecken mit zusätzlichen Datenmengen für Datenabgleiche innerhalb des vom Leitreehner (1) gesteuerten Maschinennetzes auf die zentral online abgelegten Daten zuzugreifen.

Über die telemetrische Verbindung mit den Maschinen (2) bis (7) hinaus ist der Leitreehner (1) zusätzlich mit externen Datenbanken über bekannte Telekommunikationseinrichtungen mit Hostrechnern und zentralen Datenbanken verbunden. Der Leitreehner (1) kann an die externen Kommunikationspartner aufbereitete Datenmengen senden, um von den externen Kommunikationspartnern diese Daten zu einer verdichteten Aussage aufbereitet zu bekommen. So ist es beispielsweise denkbar, von optischen Sensoren erfaßte Daten über den Unkrautbestand mittels des Leitrechners (1) an ein Expertensystem zu senden, das den Unkrautbesatz bewertet und aus der Bewertung abgeleitet einen Vorschlag für die Zusammensetzung und Ausbringungsmenge von Pflanzenschutzchemikalien an den Leitreehner (1) zurückübermittelt. Zusätzlich könnte der Leitreehner (1) online-Rückfragen des Expertensystems an die arbeitende Landmaschine vermitteln und so eine fast zeitgleiche Bewertung der vorzunehmenden Pflanzenschutzmaßnahmen vom Expertensystem an die arbei-

tende Landmaschine ermöglichen. Durch zwischengeschalteten Abgleich mit dem im Leitreehner (1) vorhandenen Datenbestand ist es zudem möglich, daß die Unkrautbonitur extern vermittelt wird für bestimmte, als stark verunkrautet bekannte Flächen, so daß sehr gezielt für bestimmte Problemflächen spezielle Lösungen vorgeschlagen werden können.

Weiter ist denkbar, daß der Leitreehner (1) Daten mit einem Hostrechner austauscht, der Wetter- und landwirtschaftliche Feuchtigkeitsprognosen erstellt. Dabei kann der Leitreehner (1) als einer von vielen Leitrechnern die von der Maschinensensorik ermittelten Wetter- und Feuchtigkeitsdaten, beispielsweise Boden- und Kornfeuchte, als Prognose-Datenmaterial an den Hostrechner liefern, der Leitreehner (1) kann jedoch auch vom Hostrechner Hinweise auf bevorstehende Wetteränderungen und Veränderungen der Feuchtigkeitsverhältnisse bekommen. Die Prognosewerte kann der Leitreehner (1) wiederum umsetzen in Vorgabewerte für die Maschineneinsatzplanung und -einstellung der einzelnen Betriebsparameter. So können die Windverhältnisse die Planung von Spritz- oder Düngearbeiten beeinflussen, und die Boden- und Getreidefeuchtigkeit beeinflußt die Dreschbarkeit, die Befahrbarkeit der Felder oder die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln.

Als weitere Anwendung der erfindungsgemäßen Lehre ist vorstellbar, zur Vermeidung der Überschreitung von bestimmten Grundwasser-Grenzwerten die aktuellen Meßwerte von Bodenbelastungshorizonten und von frisch gefördertem Grundwasser sowie Grundwasserströmungsmodelle von einem Expertensystem abzurufen und sich vom Expertensystem Vorschläge für die Düngung und den Pflanzenschutz machen zu lassen, die einen Anstieg der Grundwasser-Belastungswerte über die festgelegten Grenzwerte hinaus verhindert. Außerdem können vom Leitreehner (1) Dokumentationen über die tatsächlich ausgebrachten Mengen angefertigt werden, die gegenüber Behörden und Wasserwerken als Ausbringungsnachweis oder Nachweis der ordnungsgemäßen Landwirtschaft verwendet werden können. Die Daten können dazu ebenfalls vom Leitreehner (1) in der gewünschten Form aufbereitet an die Empfänger übermittelt werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung könnte der Leitreehner (1) bei Meldung von Betriebsstörungen durch einen Bordrechner (8) der Maschinen (2) bis (7) die Meldung zur Analyse durch ein Expertensystem an den Hersteller der betreffenden Maschine weiterleiten. Durch die Vermittlung des Leitrechners (1) wird so eine Ferndiagnose mit gleichzeitig ausgelöster Reparatur- und Ersatzteilbestellung (einschließlich ET-Verfügbarkeitscheck) möglich. Vom Expertensystem können auch über Vermittlung des Leitrechners (1) direkt Reparatur- oder Notreparaturvorschläge an den Maschinenführer gemacht werden.

Da es für die Anwendung von Expertensystemen und Wetterprognosemodellen nicht sinnvoll ist, den Leitreehner (1) mit der erforderlichen Software und Datenmaterial auszustatten, genügt für die Realisierung dieser Funktionen der Anschluß des Leitrechners (1) über Telekommunikationsmittel.

Fig. 2 zeigt ein Übersichtsschema einer mit einem CAN-Bussystem ausgerüsteten Landmaschine. Die Steuervorrichtung (ST) verfügt über ein Mikroprozessornetzwerk mit dem Bus (B). In der Fahrerkanzel ist der Bordrechner (8) installiert, der aus dem Bildschirmgerät (V), der Steuertastatur (TA), der Rechenplatine (F) sowie Speicher- und Ausgabeeinrichtungen (C) besteht

und an den ein Ortungsgerät (GPS) angeschlossen ist. Die Prozessoren (8), (M2), (M3), (M4) und (MN) stellen verschiedene, über Schnittstellen (55) an das CAN-Bussystem (B) angeschlossene Mikroprozessoren dar. Der Mikroprozessor (M5) ist das Funkmodul, das über die Schnittstelle (SS) über einen separaten Zugang zum CAN-Bussystem (B) verfügt. Das Funkmodul (M5) empfängt Signale der übrigen an das CAN-Bussystem (B) angeschlossenen Mikroprozessoren, selektiert daraus diejenigen Daten aus, die zur Weitergabe an den Leit-
 rechner (1) bestimmt sind, komprimiert diese auf ein der Leistungsfähigkeit der allgemein oder betriebsintern verfügbaren Funkstrecke angepaßtes Format und sendet sie an den Leitrechner (1). Umgekehrt empfängt das Funkmodul (M5) Datensendungen des Leitrechners (1), dekompriert und adressiert sie und sendet sie über das CAN-Bussystem (B) an die angeschlossenen Mikroprozessoren. Aufgrund des einfach zu bewerkstelligen Anschlusses des Funkmoduls (M5) an das CAN-Bussystem (B) ist die Nachrüstung eines bestehenden CAN-Bussystems (B) mit einem Funkmodul (M5) ohne weitere Anpassungen der übrigen Bus-Komponenten möglich. Auf diese Weise können ohne größeren Aufwand Maschinen in das vom Leitrechner (1) gesteuerte Maschinen-Gesamtsystem integriert werden, die vorher nicht über ein Funkmodul verfügten. Die bidirektionale Kommunikation des Funkmoduls (M5) erlaubt es nicht nur, Daten aus einer landwirtschaftlichen Maschine (2) bis (7) an den Leitrechner (1) zu übertragen, sondern es ist auch möglich, vom Leitrechner (1) aus direkt auf das CAN-Bussystem (B) durchzugreifen. So ist es vorstellbar, daß begrenzt zeitkritische Anwendungen und Funktionen direkt über das Funkmodul (M5) vom Leit-
 rechner (1) aus gesteuert werden. So kann der Leit-
 rechner (1) beispielsweise bestimmte Sollvorgaben direkt an einzelne an das CAN-Bussystem (B) angeschlossene Mikroprozessoren adressieren.

Auch ist es möglich, vom Leitrechner (1) aus direkt eine Diagnose der von den an das CAN-Bussystem (B) angeschlossenen Mikroprozessoren kontrollierten Maschinenkomponenten durchzuführen, gegebenenfalls unter Vermittlung externer Host-Rechner oder Expertensysteme. Der Leitrechner (1) kann über das Funkmodul (M5), das CAN-Bussystem (B) und den Bordrechner (8) dem Maschinenbediener die Durchführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten vorschlagen und die anstehenden Arbeiten durch mitübertragene Videobilder, Skizzen und Arbeitsanweisungen unterstützen. Solche arbeitsunterstützenden Bild- und Textinformationen können jedoch auch vom Maschinenbediener mittels des Bordrechners (8) vom Leitrechner (1) angefordert werden, der die Informationen über Speichermedien (CD-ROM, Diskette) oder extern von Hostrechnern oder Expertensystemen einliest und sendet.

Zur Übertragung von Informationen, die der Leit-
 rechner (1) anfordert oder benötigt, kann das Funk-
 modul (M5) entweder auf Datensätze zugreifen, die der Bordcomputer (8) vorbereitet hat, oder er kann selbst die erforderlichen Daten über das CAN-Bussystem (B) sammeln und aufbereiten. Auf diese Weise kann das Funkmodul (M5) einen bestimmten vom Leitrechner (1) anzeigbaren Basisbestand an Informationen wie beispielsweise die aktuelle Position, Erfüllungsgrad des Auftrags und diverse Maschinenleistungsparameter übermitteln und laufend aktualisieren.

1. Verfahren zur Einsatzoptimierung von Landmaschinen, wobei ein Leitrechner (1) sowie eine Mehrzahl von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten (2) bis (7), die über zumindest einen Bordrechner (8) verfügen, über Sende- und Empfangseinrichtungen telemetrisch mit dem Leitrechner (1) Daten austauschen können, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese zwischen Leitrechner (1) und den Bordrechnern (8) der Mehrzahl landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte (2) bis (7) austauschbaren Daten nach Verarbeitungs- und Speicherort kategorisiert, je nach Kategorie auf Ebene der landwirtschaftlichen Maschine bzw. des Gerätes weiterverarbeitet oder gespeichert werden und die auf die Ebene des Leitrechners telemetrisch übermittelten Daten dazu genutzt werden, um die auf den in der einzelnen Maschine verfügbaren Daten aufbauenden Optimierungsregelkreise durch vom Leitrechner (1) aufbereitete nicht in der einzelnen Maschine verfügbare Daten zu ergänzen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitrechner (1) neben der telemetrisch übermittelten Datenbasis aus den Maschinen zur Aufbereitung der an die landwirtschaftlichen Maschinen übermittelten Daten auch auf im Leit-
 rechner (1) abgelegte Datenbestände und Software zurückgreift.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitrechner (1) zur Aufbereitung der an die landwirtschaftlichen Maschinen zu übermittelnden Daten auch auf Software und Datenbestände zurückgreifen kann, die in externen Rechnern und Datenbanken abgelegt sind, mit denen der Leitrechner (1) über Telekommunikations-einrichtungen verbunden ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bordrechner (8) und der Leitrechner (1) die telemetrisch zu übertragenden Datensätze nach Dringlichkeitskriterien sortiert nacheinander in der Weise übermittelt werden, indem immer die dringlichsten Daten vor den weniger dringlichen Daten übertragen werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bordrechner (8) oder Leitrechner (1) anstelle von kompletten Datensätzen Kennschlüssel übermittelt, die dem empfangenden Rechner eine eigene Priorisierung bei der Abfrage der angebotenen Daten erlaubt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß von dem insgesamt in einem Bordrechner (8) verfügbaren Datenbestand nur ausgewählte Daten an den Leitrechner (1) übermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß von einem Bordrechner (8) an den Leitrechner (1) zumindest diejenigen Daten telemetrisch übertragen werden, die dieser online zur Optimierung des von ihm per Datenaustausch kontrollierten Gesamtmaschinensystems benötigt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zu speichernde Daten in demjenigen Rechner abgespeichert werden, in dem sie am häufigsten zur weiteren Verarbeitung benötigt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß Sensordaten der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte (2) bis (7) genutzt werden, um durch einen der Bordrechner (8) oder den Leitreechner (1) die Sensordaten oder auf den Sensordaten basierende Auswertedaten anzuzeigen. 5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitreechner (1) einen zumindest teilweisen telemetrischen Datenaustausch zwischen einem Bordrechner (8) und externen Rechnern in online-Betrieb vermittelt. 10

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die von Bordrechnern (8) ermittelten Betriebsdaten einer landwirtschaftlichen Maschine oder eines landwirtschaftlichen Gerätes dazu genutzt werden, um im Leitreechner (1) Grundwasserbelastungen zu ermitteln. 15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die von Bordrechnern (8) ermittelten Betriebsdaten einer landwirtschaftlichen Maschine oder eines landwirtschaftlichen Gerätes dazu genutzt werden, um vom Leitreechner (1) Dünge- bzw. Pflanzenschutzdokumentationen erstellen zu lassen. 20

13. Eine mit einem CAN-Bussystem (13) und einem zum telemetrischen Datenaustausch mit einem Leitreechner (1) geeigneten Funkmodul (M5) ausgestattete landwirtschaftliche Maschine oder ein entsprechendes landwirtschaftliches Gerät, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkmodule (M5) über einen eigenen Zugang zum CAN-Bussystem (B) verfügen. 25 30

14. Eine landwirtschaftliche Maschine oder Gerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Funkmodul (M5) bidirektional Daten zwischen einem Leitreechner (1) und dem angeschlossenen CAN-Bussystem (13) austauscht. 35

15. Eine landwirtschaftliche Maschine oder Gerät nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitreechner (1) über das Funkmodul (M5) direkt Daten an Mikroprozessoren sendet, die an das CAN-Bussystem (B) angeschlossen sind. 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

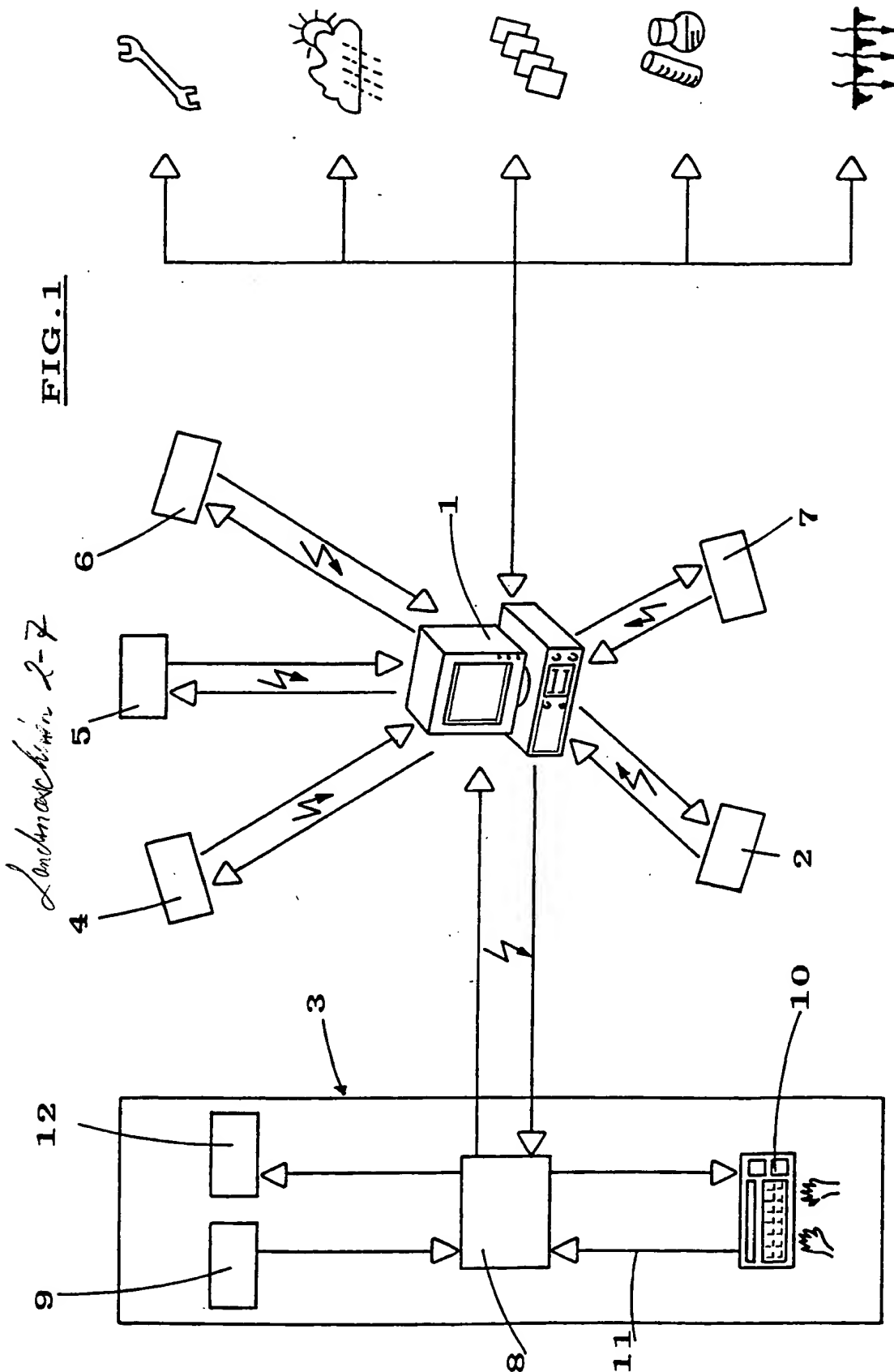
55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)



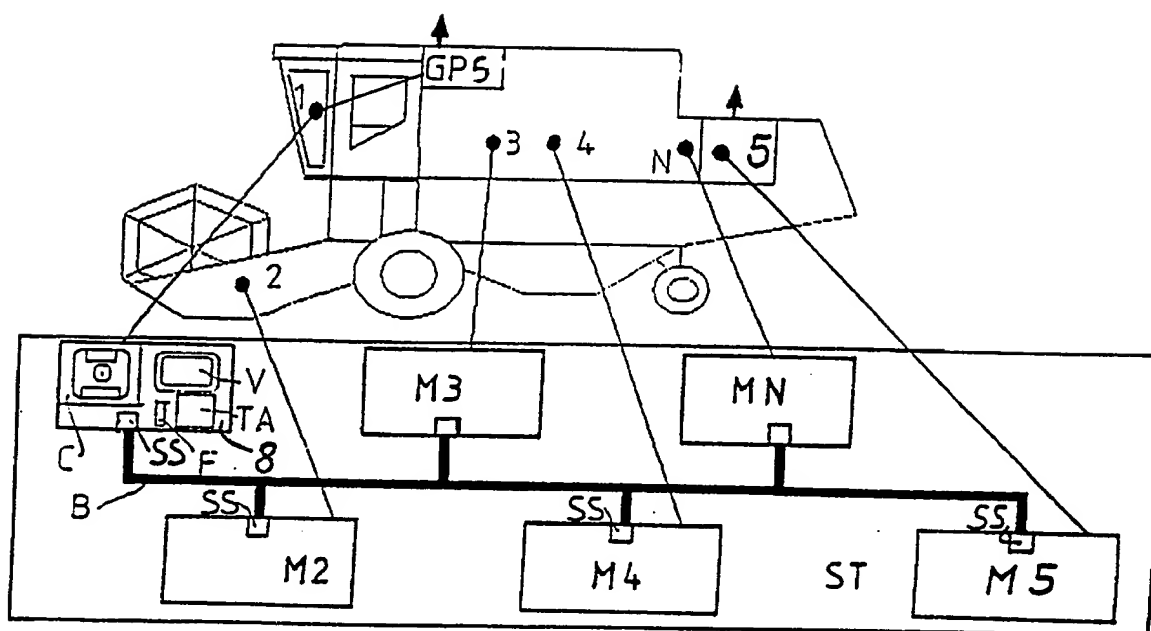


FIG. 2